

刁守中. 我国火山地震事例[J]. 华南地震, 2019, 39(S1): 1–10. [DIAO Shouzhong. Examples of Volcanic Earthquakes in China (Review and Discussion)[J]. South China journal of seismology, 2019, 39(S1): 1–10]

我国火山地震事例

刁守中

(山东省地震局, 济南 250014)

摘要: 概述了我国 1597 年 10 月 6 日吉林长白山望天鹅火山地震、1720—1721 年黑龙江五大连池老黑山和火烧山火山地震, 以及 1867 年 12 月 18 日台湾基隆 7 级地震与海底火山喷发的事例。分析了 1597 年 10 月 6 日渤海 7 级地震与同日望天鹅火山喷发的关系等有关问题。分析表明: 我国火山喷发现场考察的历史上溯至 1720 年, 是世界上较早开展火山现场调查的国家之一。

关键词: 火山地震; 望天鹅火山; 老黑山火山; 火烧山火山; 基隆火山; 事例

中图分类号: P315.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662(2019)S1-0001-11

DOI: 10.13512/j.hndz.2019.S1.001

Examples of Volcanic Earthquakes in China (Review and Discussion)

DIAO Shouzhong

(Shandong Earthquake Agency, Jinan 250014, China)

Abstract: Looking through many ancient books and modern documents, the cases of Wangtian-e volcanic earthquake in Jilin province on October 6th, 1597, the cases of Laoheishan and Huoshaoshan volcanic earthquake in Heilongjiang province from 1720 to 1721, and the cases of Jilong undersea volcanic eruption in Taiwan on December 18th, 1867 are summarized. The Qing dynasty archives show that the history of site investigation of volcanic eruption in China dates back to 1720, which is one of the earliest countries in the world to carry out site investigation of volcanic eruption.

Keywords: Volcanic earthquake; Wangtian-e volcano; Laoheishan volcano; Huoshaoshan volcano; Jilong volcano; Case

收稿日期: 2019-02-26

基金项目: 中国地震局老专家科研基金(2019008)

作者简介: 刁守中 (1945-), 男, 研究员, 主要从事地震活动性、历史地震等研究。

E-mail: Diaoting321@163.com.

0 引言

火山喷发是地下岩浆短时间内向地表强烈喷溢的地质现象,是地球内部能量快速释放形式之一。地下岩浆快速向地表运移而产生岩石破裂或(和)颤动往往可能引发一系列中小地震。因此,在火山口及其附近与火山喷发活动或作用具有直接关系或关联的地震被称之为火山地震。火山地震不仅可能发生于火山喷发之时,也可能发生于其前或(和)其后。有的火山喷发前中小地震较为频繁,因此火山地震已经成为监测火山活动的方法之一。由于火山地震震源很浅,造成的局部危害可能很大,是火山喷发的次生灾害。有史以来,我国罕见火山及火山地震灾害,因而研究较少。但古籍中对我国火山活动及火山地震确有记载,并非绝无踪迹。例如,先秦古籍《山海经·大漠西经》记载:昆仑丘“其外有炎火之山,投物辄然”。《魏书·西域传·悦般国》记载(一说悦般国在今伊犁河流域):“其国南界有火山,山傍石皆焦熔,流地数十里乃凝坚,人取入药,乃石硫磺也”。明代《徐霞客游记·滇游日记九》等古籍记载了万历三十七年(1609)腾越州(今腾冲市)打鹰山(又名聚鹰山)亲眼所见“热海”沸腾喷涌的奇观异景:“跃出之势风水交迫,喷若发机,声如吼虎,其高数尺,飞沫犹烁人面也”。据传是火山喷发之后三十年的景象。万历四十五年(1617)刊印的《东西洋考》记载了基隆火山喷发,台湾鸡笼头(基隆)磺山“硫磺气每作火光,沿山躲铄”。清代《长白山江岗志略》记载了光绪三十年(1903年)长白山火山喷发。朝鲜半岛的史籍也记载有现今中朝边界地区的长白山火山多次喷发情况^[1-3]。例如,《朝鲜王国实录》记载了李朝显宗九年(康熙七年,1668)以及肃宗二十八年(康熙四十一年,1702)长白山天池火山喷发等。

我国也有极个别现代火山活动,例如,1951年7月5日《新疆日报》报道:这年5月27日新疆于田县南部的克里亚河源头发生了一次火山喷发活动,诞生了一座新生的相对高度为145 m的火山,即卡尔达西山^[4-5]。以上情况概略说明,我国历史上确实曾有火山喷发活动,但总体强度不大,次数不多,属于史前火山大爆发后的剩余地热长期持续活动现象。那么,我国有没有火山地震呢?答案也是肯定的。以下遴选有关我国历史上火山地震事例,并对涉及的有关问题进行讨论。

1 1597年10月6日望天鹅火山喷发和火山地震及其与渤海7级大震关系

万历二十五年八月二十六日(公元1597年10月6日)辰时华北发生大地震,地震波及渤海周围的今京、津、冀、鲁、辽、苏、皖、豫等和朝鲜半岛广大地区。《万历实录》、《明史·五行志》、《续文献通考》、以及多种地方志记载了这次地震^[6];《朝鲜王国实录》也有(汉城)地震记载^[7-8]。《朝鲜王国实录》还记载了同一天(李朝宣祖三十年八月二十六日)三水郡边境发生火山喷发及地震灾异^[7-9]。最初认为这次火山喷发地点在今朝鲜的三水郡境内^[1],但经详细考证为在现今吉林省长白县境内的望天鹅火山喷发并伴随火山地震^[8-9]。这是火山喷发、当地中小地震以及区域大地震同日发生的奇特现象。

1.1 对渤海7级大震及望天鹅火山喷发的不同认识

《中国地震目录(公元前1831—公元1969年)》^[10]首次给出这次渤海地震震中和震级参数(渤海(38.5°N、120.0°E,7级;以下简称渤海大震)。《中国历史强震目录》^[11]在“地震情况”里补充了朝鲜半岛火山喷发及地震现象。由于在相隔遥远的两地同日分别出现火山喷发及大地震现象,且渤海大震具有无震害却有感范围广大、有感区普遍出现地表水“水溢”等异象,所以对渤海大震的性质、震中和震级及其与火山喷发的关系等一直在不断探讨中。时振梁等^[12]认为,地震具有丰富的长周期成份,是一次历史“慢地震”事件;王健^[13]认为是疑似深震或深震群;高山泰等^[14]对比了现代东北深源地震有感特点及华北浅源地震有感范围等,认为这次地震不是渤海地震,而是东北深震区7.5级以上深震,并引起长白山火山喷发;李裕澈等^[8]据地震烈度分布、湖涌现象等也认为,这是珲春-汪清深震区(41.9°N、130.5°E) $M \geq 8$ 的深震活动,并触发了望鹅山火山喷发。以下对此作相关讨论。

1.2 火山活动基本史料

《朝鲜王国实录》二十九册《宣祖三》记载了朝鲜王国宣祖三十年(丁酉年)八月二十六日(1597年10月6日)古三水郡小农堡同时感受到望天鹅火山喷发及地震现象^[8-9]:“十月乙未(初二),咸镜道观察史宋言慎书状,去八月二十六日辰时,三水郡地震,暂时而止。二十七日未时,

又为地震，城子二处颓圯。而郡越边甄岩，半片崩颓，同岩底三水洞中川水，色变为白，二十八日，更变为黄。仁遮外堡东距 5 里许，赤色土水涌出，数日乃止。八月二十六日辰时，小农堡越边北，德者耳迁绝壁人不接足处，再度有放炮之声，仰见则烟气涨天，大如数抱之石，随烟拆出，飞过大山后，不知去处。二十七日酉时地震，同绝壁更为拆落。同日亥时、子时地震事。”这是目前所知的这次火山喷发与地震伴生的唯一史料。

李裕澈等^[8-9]对史料所涉及的地名和情况进行了细致考证，厘清了几个关键问题：①这次火山喷发属于望天鹅火山底部喷发；②这次火山喷发的喷发口是“德者耳迁绝壁”，为今吉林省白山县十三道沟村与十四道沟镇之间的山岭，证明属于现今中国境内的一次火山喷发活动；③给出“甄岩”的具体位置，其距离望天鹅火山主峰约 30 km，距长白山天池火山约 60 km，因火山喷发而“半片崩颓”，受到破坏；④“三水郡”为今朝鲜两江道三水郡，小农堡为古咸镜道三水郡的 5 个边防镇堡之一，为今三水郡的小农社，这是史料记载的火山喷发目击处。

这次火山喷发史料源自于边防官兵的目击报告，由咸镜道观察史宋言慎书状在事发后 1 个月余呈报，故可信度很高。望天鹅火山位于吉林省

白山市长白朝鲜族自治县境内，主峰望天鹅山海拔 2051.4 米，是长白山火山群的 3 个喷发中心之一（另为天池、炮台山火山）。

1.3 对史料的再分析

为了确定这次地震究竟是发生于渤海的 7 级大震，还是琿春—汪清一带的深源大震，理清这次地震与火山喷发关系，在文献 [8]、[9] 等论证基础上，笔者对史料作以下简要辨析。

据朝鲜王国咸镜道观察史宋言慎呈报的灾异书状，将在三水郡小农堡等感受的火山喷发及地震情况列于表 1。由表 1 可知：①二十六日辰时火山喷发的记载中有“再度有放炮之声”，说明这次火山喷发早于二十六日辰时；二十八日“赤色土水涌出，数日乃止”意味火山喷发“余波”持续几天才结束。②火山喷发时“数抱之石，随烟拆出，飞过大山”，表明喷发规模不大，但也令人惊骇。③朝鲜三水郡境内感受的地震（以下简称“边境地震”）自宣祖三十年八月二十六日辰时（7~9 时）开始，到二十七日与二十八日之交的子时（23~1 时）止，2 天内共感受边境地震 5 次，其中第 2 次地震（二十七日未时）强度最大，使得三水郡城墙 2 处坍塌，甄岩崩颓，烈度达Ⅵ度，显示火山地震在近源区破坏性大的特点。④地震和火山喷发造成甄岩崩颓，以及水涌及变色等。

表 1 地震与火山喷发现象^[7-9]
Table 1 Earthquake and volcanic eruption discovery^[7-9]

时间		地震情况		火山喷发情况		备注
日期	时辰	地点	现象	地点	现象	
?	二十六日辰（7~9 时）之前某时刻				放炮之声 （在小农堡听到）	
二十六	辰（7~9 时）	三水郡境	地震，暂时而止	小农堡越边北，德者耳迁绝壁人不接足处	再度有放炮之声，仰见则烟气涨天，大如数抱之石，随烟拆出，飞过大山后，不知去处	咸镜道观察史宋言慎书状
二十七	未时（13~15 时）	三水郡境	又震，城子二处颓圯。郡越边甄岩，半片崩颓，同岩底三水洞中川水，色变为白		郡越边甄岩半片崩颓，同岩底三水洞中川水，色变为白（可能是火山喷发与地震共同作用结果，但分辨不清。下同）	
	酉（17~19 时）		地震，绝壁更为拆落			
	亥（21~23 时）		地震			
	子（23~1 时）		地震			
二十八			三水洞川水更黄		三水洞川水更黄	
	数日				仁遮外堡东距（三水洞）5 里许，赤色土水涌出，数日乃止	

因此,从地点、时间及因果等内在联系上看,这 5 次边境地震与这次火山喷发直接有关,属于火山地震。

1.4 渤海大震与火山喷发及边境地震对比

(1) 渤海大震与望天鹅火山喷发对比:①渤海大震起始于二十六日辰时,望天鹅火山喷发起始于二十六日辰时之前的某一时刻,火山喷发早于渤海大震。因此,渤海大震引发火山喷发的说法与史料矛盾。②渤海大震持续 3 日,火山喷发在二十八日之后“数日乃止”,二者并不同步(表 1)。

(2) 渤海大震与边境地震对比:①渤海大震与边境地震都开始于二十六日辰时。②边境地震在二十七日晚间子时结束,比渤海大震结束早 1 天。③二十七日未时边境地震造成朝鲜三水郡城墙 2 处破坏以及中国境内甄岩半片崩颓,当日酉时地震、甄岩再次崩颓。以上较为详尽的记载证实,渤海大震与边境地震虽然起始于同日、同时辰,但后来的发展却有明显不同的轨迹,说明二者是不同的地震事件,不是渤海大震事件在该边境地区的波及结果。

渤海大震确实波及朝鲜半岛,例如《李朝实录·宣祖大王实录》卷第九十一记载,“八月甲申(二十六日)地震,观象监官来言即刻地动,自南向西矣。”这是当时汉城有感情况,这不可能是距离约 500 km 的望天鹅火山地震的影响,应是距离约 600 km 渤海大震的波及。

1.5 基本认识和讨论

1.5.1 基本认识

笔者认为,上述现有史料细节比较清晰地说明,望天鹅火山喷发、边境地震及渤海大震发生的时间(在日期及时辰精度上)虽有交集,但也有明显不同,并不完全一致,是 3 次不同的事件。①望天鹅火山喷发在先,只是第二次喷发与渤海大震在同一时辰发生,所以火山喷发与渤海大震是各自独立的事件;推测这次渤海大震引发了望天鹅火山喷发与史料细节不符。②边境地震是望天鹅火山喷发引起的,为火山地震,二者有因果关系。③边境火山地震与渤海大震无关,是各自独立的事件;推论边境地震现象是渤海大震的波及所造成缺乏史料依据。④长白山地区历史上记载过多次爆发事件,1597 年之前最近一次可信的爆发是 1405 年^[9],间隔 192 年;渤海大震前 1548 年发生过渤海海峡 7 级地震,间隔 49 年。二地在

时间上有交集地分别发生火山喷发、地震事件,可能具有相同的深层次地球动力学成因,这是另一方面的课题,值得深入研究。

1.5.2 1597 年渤海大震是否为深震的讨论

对于有关文献认为 1597 年 10 月 6 日大震为珲春—汪清深震区的 7.5 级以上深震问题,笔者认为还存在关键性震例类比依据:①虽然这次渤海 7 级地震有感范围大、无破坏的特点,与珲春—汪清深震区的深震影响情况类似,但近百年来发生的东北深震没有一例引起广大有感区的河、湖、池、井等地表水“水溢”、“水沸”、“忽涨”等现象,而这次渤海 7 级地震的这一现象十分突出。相反,历史上我国浅源大地震确有这类震例,例如 1668 年山东郯城 8 $\frac{1}{2}$ 级地震引起外围广大低烈度区,如上海(县)、华亭、娄县、宁国、江宁府(今南京)、高淳、汉川、定陶、汶上、朝城、临清、陵县、寿光、海丰(今无棣)等较为普遍的地表水体激烈影响。又如 1879 年武都南 8 级地震也有类似现象,如在孝感、云梦、开州、庆云、清平、惠民等地引起类似现象。因此,以地表水“水溢”、“水沸”、“忽涨”现象作为判定为东北深源地震的标志本身可信度不高。②至今仪器记录的东北深震都是单发式,而这次渤海地震记载的是“连震三次”、或“连日地震”、或“连三日地震”等,如果认定为深震,也就是不止一日、不止一次发生过 7.5 级以上深震,这与东北深震单发式的基本特点不符。因此,据现有史料和探测结果,依然把这次地震确定为渤海 7 级地震为宜。

时振梁等^[12]关于这次地震可能是“慢地震”的认识值得深入研究。这里,“慢地震”是广义的“慢地震”,即指可以辐射长周期弹性波或长周期弹性波成分丰富的地震^[15]。规模巨大的北北东向郯庐深断裂带穿越渤海,断裂深部切割了 M 面,形成一条切穿地壳尺度的垂向强变形构造带^[16]。徐亚等^[17]利用重、磁方法得到渤海地区 M 面埋深平均 28 km 左右,并存在局部 M 面隆起区,幅度最大达 2 km。田华等^[18]利用地热丈量资料计算认为,渤海中部有热流高值区,25 km 以下地壳温度可达 550℃,岩石可能由脆性向柔性转变。这样看来,渤海地区具备发生“慢地震”的物性条件^[19]。

2 1720—1721 年黑龙江五大连池老黑山、火烧山火山喷发与火山地震

黑龙江五大连池火山群是我国著名的第四纪

活动火山。据清代《宁古塔记略》、《黑龙江外记》等古籍记载,康熙五十八、九年间(1719、1720)五大连池一带发生火山喷发现象^[20]。虽然后人从字的行间里推测为是老黑山及火烧山的喷发,但由于记述概略且不明确,所以记述的究竟是老黑山喷发、还是火烧山喷发、还是二者同时或先后喷发,以及喷发是否引起火山地震等很难取得更进一步的认识,长期困扰着人们。而尘封多年的清代《黑龙江将军衙门档案》的奏折、呈文、咨文(满文)等官方档案系统而翔实地记载了五大连池老黑山、火烧山喷发及地震活动,以及现场勘测察看、逐级上报的情况等。该档案在20世纪80年代中后期的翻译、发掘^[21-23],让世人知晓了这次火山喷发、火山地震的较为具体情况。许多学者进行了相关研究,揭示了其真相^[24-25]。

2.1 有关古籍记载

《宁古塔记略》等不少古籍记载了这次五大连池火山喷发与火山地震灾害事件。

2.1.1 《宁古塔记略》记载

(1) 吴振臣所撰《宁古塔记略》(康熙六十年(1721)刊本)记载:“又一千里至围魁(齐齐哈尔),木城沙地,都统镇守。东北五十里有水荡,周围三十里。于康熙五十九年六七月间,忽烟火冲天,其声如雷,昼夜不绝,声闻五六十里。其飞出者皆黑石、硫磺之类,经年不断,竟成一山,直至城郭。热气逼人,十余里只可登远山而望。今热气渐衰,然隔数里之中,人仍不能近,天使到彼察看,亦只远望而已。嗅之,唯硫磺气,至今如此,亦无识之者。”这条史料记述了五大连池火山喷发、形成新山的概略情况,也披露官方进行现场察看的史实,但火山喷发的具体时间、地点、情景以及察看情况不详。这是社会上最早且流传最广的关于五大连池火山喷发的记载,影响很大。

宁古塔在今黑龙江宁安市,为清代宁古塔将军治所和驻地,曾是清廷的主要流放地之一。齐齐哈尔清初属盛京内务府管辖,不久归属宁古塔将军管辖。康熙二十二年(1683)起,改属黑龙江将军管辖,康熙三十八年(1699)黑龙江将军衙门移住齐齐哈尔城,黑龙江将军衙门与齐齐哈尔副都统衙门合署管辖齐齐哈尔。火山喷发地记为围魁“东北五十里”,疑似“五百里”之误。

2.1.2 《清实录·雍正朝实录》等记载

《清实录·雍正朝实录》卷八十二记载:雍正

七年六月丙戌(十三日)谕内阁:“严鸿逵日记有云,索伦地方(嫩江一带),正月初三日地裂,横五里,纵三里,初飞起石头,后出火,近三十里内居人悉迁避。又云,热河水大发,淹死满洲人二万余……凡此荒唐叛逆之语,自康熙五十五年至雍正六年内所记载者不胜枚举。其中惟索伦地方,拥石出火,实有之事,盖彼地气脉使然。前此已经屡见其傍远近山顶亦有烈焰者。而严鸿逵以此为讥讪乎?”以上摘录的是雍正反驳严鸿逵讥讽朝政的部分内容,证实严鸿逵、雍正都知道索伦一带发生火山喷发事件,但具体地点、时间、喷发情况记述不详。“近三十里内居人悉迁避”说明火山喷发曾迫使人员转移,这是其他史籍未言及的。《清实录》是无可替代的清代可靠史籍,这条记载也收录于另一部清代典籍《东华录》中,可靠性很高。这里,严鸿逵为清朝著名学者,反清名士,编过《朱子文语纂编》,其中多讥讽清廷之语,故雍正予以反驳。

2.1.3 《盛京通志》等记载

王河等增修《盛京通志》(乾隆元年(1736)刊本)记载:“康熙五十八年(1719)墨尔根东南地中起火,石头上腾,卜成池沼。”

西清所撰《黑龙江外记》(嘉庆十五年(1810)刊本)也有记载,现象与《盛京通志》类似:“墨尔根东南,一日地中忽出火,石头飞腾,声震四野。越数日火熄,此地遂成池沼。此康熙五十八年(1719)事,至今传,以为异。”

“墨尔根”为东北历史名城,在今黑河市嫩江县境内,是东北边陲进入内地咽喉要道,曾是黑龙江将军和墨尔根副都统驻地,1900年被沙俄军队彻底破坏。这条记述对火山喷发位置(墨尔根东南)接近于实发地点,但具体位置不详;喷发年份早于《宁古塔记略》,但月份和日期不详。《黑龙江外记》增记“至今传,以为异”说明这次火山喷发和地震事件在社会影响很大,在社会上流传很久。

2.1.4 《后出塞录》记载

龚之钥所撰《后出塞录》(乾隆六年(1741)刊本)记载:“齐齐哈尔东去五百里,雍正三年,忽闻有声如震雷,数止。镇将疑鄂罗斯国有变,急遣人观之,则闻平地飞石直上数十仞,小者如卵,大者如斗,绵绵不绝,声震远迩,如是者经年。飞石陨地积成山,周围四五十里,高可数仞,望之皆金碧之色,炎热逼人,不可登陟,并多硫磺,而飞石之地遂成深渊。”

龚之钥于雍正十年(1732)至乾隆元年(1736)第二次出塞处理边务, 随行写下《后出塞录》, 是关于东北边塞少有的历史地理札记。《后出塞录》的这条史料记述了火山喷发的大体地点、概况和结果, 其中“镇将疑鄂罗斯国有变, 急遣人观之”说明最初是出于军事原因派人做现场察看的, 为其他史籍所不载, 与作者特殊身份(军中府幕)和出塞公务(处理边务)符合。作者于雍正十年出边塞, 听到到雍正三年火山喷发奇事, 时间(雍正三年)有误, 但记述的事情是实有的。

2.1.5 《达呼尔索伦源流考》记载

《达呼尔索伦源流考》记有康熙五十九年(1720)某地火山喷发的记载^[23,26]: “康熙五十九年协理毕里第向将军衙门呈报: 纳莫尔索伦霍热屯东边, 地裂喷出火烟, 震其声如雷, 块石升高远落, 生出大山, 石火仍向外流动。”六十年(1721)“三四月份察报情况: 则于新山之东北方六里许, 接连散石, 又裂地, 稍见火光, 喷出石烟, 但其声响和火烟似比以前较小, 且所出之石并不远流, 即所出之石均落在近处。此火喷出之后, 地不动了。目前看来所形成的新山比房子高些。”“当年十月, 总管萨音奇克曰: 出火的山取硫磺色的土往上呈览了。”“康熙六十一年(1722)上谕: 兵丁各取分用、作价, 你们地方人不要禁止, 可以取用。在你们东方出硫磺, 则对你们有益, 随便取用好了。”

《达呼尔索伦源流考》是达斡尔族人华凌阿据有关史籍、官方档案和民间传说及遗址遗迹调查, 于道光年间完成的关于达呼尔(达斡尔)及索伦(鄂温克)族起源及演变的史书(满文), 敖瑞永译为汉文^[26]。其中关于火山的记载, 应是华凌阿从官方档案里摘抄而来, 可信度很高。说明火山喷发的时间段(康熙五十九年至六十年)、地点(纳莫尔索伦霍热屯东边), 明确告知, 经2次喷发形成2座新山并伴随地震的情况, 还记载了康熙允许戎边官兵和当地居民可以自行开采硫磺的旨谕。这都是其他史籍所没有的细致记载的, 更接近于历史实情, 但该史籍流传范围有限。

2.2 《黑龙江将军衙门档案》记载

《黑龙江将军衙门档案》中, 对于康熙五十八年十二月五日(1720年1月14日)至康熙六十年(1721)五大连池火山2次喷发和地震活动有较为翔实记载, 这是由官方奏折、呈文、咨文等档案所记载的火山喷发与火山地震的现场察看、丈量

的史实, 为原始性史料, 极其可靠而珍贵。

2.2.1 《黑龙江将军衙门档案》坎坷经历

《黑龙江将军衙门档案》起于康熙二十二年(1683), 大部分以满文或满汉文合璧书写, 文件种类繁多, 涉及社会、自然等各方面内容。1900年“庚子之乱”中, 沙俄军队把光绪二十五年(1899)前的档案全部劫掠出境。直至1956年11月26日才回归中国, 存入故宫博物院明清档案部(中国第一历史档案馆前身), 1985年移交给黑龙江档案馆, 始与黑龙江档案馆所藏光绪二十七年(1901)后的档案一起归并为较为完整的《黑龙江将军衙门档案》^[27]。1995年, 黑龙江档案馆吴雪娟在整理档案时意外发现, 在有关五大连池档案的卷宗里, 署理黑龙江将军玛喀礼呈报康熙的奏折以及与布特哈总管的来往满文文件共42件, 有火山喷发、派员现场察看等较为连续完整的记载。经吴雪娟系统翻译, 这才使尘封200多年的历史案卷得以重见天日^[21-23]。这是迄今为止我国最为详尽的火山喷发情况和现场察看的史料。后来, 这些案卷单独被命名为《清代五大连池火山喷发满文档案文献》, 经评审认为: “很有文物价值, 为世上所罕见”, 2002年被列入中国档案文献遗产名录^[28]。

2.2.2 《黑龙江将军衙门档案》记载

有关老黑山、火烧山喷发的记载, 主要集中于《黑龙江将军衙门档案》康熙五十九年、六十年的六卷卷宗里, 由28份黑龙江将军奏折(抄件)和布哈特总管衙门呈文(抄件)组成, 较为详细地记述了乌云和尔冬吉山2次火山喷发中43次派出61人次官兵现场察看结果, 客观反映了老黑山、火烧山及五大连池堰塞湖形成的全过程^[21-25]。康熙五十九年一月黑龙江代将军玛喀礼向康熙皇帝奏报: “上年十二月十四日索伦总管赛奇饬骁骑校噶勒珠恩图前来呈报, 九月十一日、十月十一日、十一月十一日, 地震。十二月五日(1720年1月14日), 纳莫尔河北三十里乌云和尔冬吉山地方, 地下飞出石头、火等情报后, 饬其速回复察。”这是地震及火山喷发事件的发端及官方最初反应情况。老黑山、火烧山火山喷发和火山地震的基本情况见文献[21]~[26]。

2.3 史料的火山地震学历史价值

2.3.1 标志性历史意义

(1) 老黑山和火烧山火山喷发的史料种类之多在我国火山地震学史上是空前绝后的。

① 康熙五十八至六十年期间乌云和尔冬吉山发生火山喷发形成新山事件的史料类型之多,规格之高,在我国同类灾异事件是第一次。史料类型既有清代国史馆修纂的编年体国史长编《清实录》和《东华录》记载,也有军政部门档案(《黑龙江将军衙门档案》)记载,还有在地方志《盛京通志》等记载,以及多种个人著述、札记(如《宁古塔纪略》、《黑龙江外记》、《后出塞录》、《达呼尔索伦源流考》)等记载,这在我国火山喷发和火山地震史料上是首次。

② 《黑龙江将军衙门档案》关于这次火山喷发和火山地震的记载,主要包括署理黑龙江将军向康熙的奏折及所辖官员向他报告情况的呈文,以原始档案,记载了43次60余人次现场查看和丈量的实际结果。虽然这种现场查看丈量与现代火山现场科学考察内容相去甚远,但以无可疑义的权威性档案,证实我国早在18世纪20年代初已经开展过火山喷发和火山地震现场实地考察、丈量,是世界上开展火山考察较早的国家之一。档案中记述的“地下忽然喷出石头,声鸣如雷,石头向上飞腾”、“山谷上下都喷出石头和火”、“石头截住了乌德林河”、“地下震动,有鸣响声”、“蔓延的石头,方圆达80里3绳(引)”等,以直白而客观的文字,描述了“火山”这一自然现象,为后人留下珍贵的火山喷发原始信息。巧合的是,此后不久(1728年)在欧洲出版的百科全书中首次出现“火山”(volcano)词条^[29]。上述有关乌云和尔冬吉山发生火山喷发的词语,与词条中“喷出火焰、石头”、“伴有雷电、地震”等基本类似。但那时候我国尚没有明确提出“火山”概念,也显示我国对火山的认知只限于表观现象方面。

③ 《黑龙江将军衙门档案》关于这次火山喷发和火山地震的记载,全部来源于戎边军官的现场查看、丈量所形成的呈文报告,从侧面说明,当时戎边的军队对驻区发生的自然灾害负有应对责任。这是我国荒政史、特别是突发自然灾害应急历史研究应予以重视的情况。

④ 有关史料记载,康熙曾处理这次事件,雍正也闻知这次事件。此前及以后历史上还没有皇帝关注火山喷发和火山地震灾异的记载。历史上我国火山喷发和火山地震虽然罕见,但不空缺,对于此类灾异仍应注意防御。

⑤ 在《黑龙江将军衙门档案》披露前,《宁古塔纪略》等古籍难能可贵地告诉人们,康熙五

十八至六十年期间齐齐哈尔东北或墨尔根(今嫩江)东南一带发生过火山喷发形成新山的事件,但具体情况因记述概略无法确定具体时间、地点和过程。《黑龙江将军衙门档案》史料的发掘,解决了长期悬而未决的问题,一锤定音。由此提示,我国许多古籍、特别是以少数民族文字书写的古籍,应该系统翻译,发掘其中包括地震学在内的各类信息,将有助于推动历史地震研究。

2.3.2 火山喷发与火山地震情况

据文献[23]~[25]等和有关研究结果^[30-31],康熙五十八年至六十年乌云和尔冬吉山火山喷发和火山地震基本过程如下:

(1) 火山喷发情况。

① 第一次喷发地点为乌云和尔冬吉山,自1720年1月14日(康熙五十八年十二月五日)起,约至1721年3月(康熙六十年二月二十三日)之前止,持续近1年2个月,形成硫磺和尔冬吉山(今老黑山),并数次截流乌德林河形成多级火山堰塞湖,有硫磺析出。其基座直径约1300 m,相对高度为166 m,顶部一个漏斗状火山口,直径约350 m,深140 m。

② 第二次喷发地点为乌云和尔冬吉山东北约6里远,自1721年4月26日起至5月28日止,持续1月稍长时间,形成锦和尔冬吉山(今火烧山)。其基座直径约750 m,相对高度为70 m。

③ 据“山谷上下皆出石头和火”、“地裂成山”等记载,老黑山喷发先为裂隙式喷发,后来转为中心式喷发;火烧山为中心式喷发,但其岩浆来源于老黑山下,顺着地下裂隙在今火烧山处喷出地面^[31-32]。

④ 《清实录·雍正朝实录》记有“近三十里内居人悉迁避”,说明火山周围军民有人员疏散转移避险举措。

(2) 火山地震情况。

① 火山地震大都以“响声”记述,但“响声”也可能是岩浆喷发形成的,故地震发生的具体时间、强度、次数不明。地震频次多,强度低,延续时间长,总体为小震群型地震,但无法编制地震目录和进行地震学分析。

② 火山地震大体历程是:在火山喷发前自1719年10月23日起,乌云和尔冬吉山一带先发生3次有感地震,经84天后火山喷发。地震贯穿于火山喷发过程中,多以“声鸣如雷”、“有响声”等表述,也有“新山更高了,响鸣声渐弱”或“没有地震”等记述地震减弱或暂息现象。在

第 1 次喷发停止后、第 2 次喷发前的间歇期, 1721 年 4 月 14 日“地下震动, 有鸣响声, 屡有地震”, 随后 4 月 26 日第 2 次喷发开始。而在第二次喷发过程中, 从 4 月 26 日开始喷发的“地又破裂, 发出响声”, “响声比上次较弱”到“没有响声”, 至 5 月 28 日第二次火山喷发停止时新山内和以前喷火之山“响声已停”。此后, 至 1721 年 10 月 27 日仍记载“偶尔有地震”。推断这次地震活动起伏发展, 先后共持续约 2 年, 其基本过程为: 火山喷发前 84~14 天内发生 3 次当地有感地震, 第一次火山喷发, 前期地震较多、稍强, 后期减少、稍弱。第二次火山喷发前 12 天, 地震再次活跃。第二次火山喷发, 开始有地震, 弱于前次, 很快地震暂歇, 直至第二次火山喷发结束, 火山喷发结束后 5 个月左右, 仍偶尔有地震。

③ 假如果真这样的话, 那么笔者认为, 乌云和尔冬吉山火山喷发引发的地震与其喷发方式的内在关系紧密: 先是高压高温岩浆沿裂隙(或断层面, 下同)上涌, 裂隙的新破裂与扩展引发地震, 这是喷发前的地震; 老黑山前期为裂隙式喷发, 同样喷发中原有裂隙的新破裂与扩展继续引发地震; 当转为中心式喷发及喷发停止后, 岩浆压力减弱, 裂隙新破裂与扩展减弱或停止, 地震随之减弱或暂息。当某种原因地下岩浆顺着裂隙冲向东北方向时, 再次发生较多的裂隙破裂与扩展, 从而出现喷发间歇期的“屡屡地震”; 当岩浆冲到新的喷发口(今火烧山)呈中心式喷发后, 岩浆高压减弱, 裂隙破裂与扩展减弱或停止, 地震也随之减弱。第 2 次喷发结束后, 岩浆活动区的岩石、岩浆及其应力场的调整引起“偶尔地震”, 直至达到新的平衡。由于裂隙破裂与扩展的尺度较小(应该在数百 m 范围内), 故地震强度小。由此设想: 裂隙式火山喷发可能引发较多和较长时间的火山地震, 其与裂隙破裂扩展有关; 而中心式喷发主要因喷发引起的地下浅部“颤动”而地震, 这类火山地震可能频度较少、震级较低。两类不同喷发方式引发的火山地震类型不同。其地震波形也可能不同。

④ 第一次火山喷发前 84~14 天发生地震, 第 2 次火山喷发前 12 天地震活动再度活跃, 表明先发小地震对于火山喷发可能具有前兆意义, 这个震例的前兆性地震提前的时间约是 10~100 天量级; 由上所述分析推测, 裂隙式喷发较中心式喷发出现前兆性地震的可能性较大。

3 1867 年 12 月 18 日台湾基隆 7 级大地震与火山喷发

同治六年十一月二十三日上午(1867 年 12 月 18 日)台湾基隆北海中发生 7 级地震, 震中附近同时发生火山喷发, 并引发海啸, 是 1 次集 7 级地震、火山喷发、地震海啸灾害齐发的灾难事件。过去对于这次火山喷发的史料所见甚少, 只有《日本地震史料》所记“附近的火山口岩浆溢出”^[3], 但没有给出具体喷发现象。

林明圣^[4]补充新的史料, 使得这次火山喷发有了较多的佐证, 择要录下:

(1)《字林西报》(North China Daily News)报道: “地震当天, 基隆港外棕榈岛(和平岛)和基隆岛之间的海面上有烟雾, 一团团蒸汽和水柱腾上高空, 海水浑浊, 一层层岩浆凝成的岩石(浮石)在水面上飘荡, 死亡的鱼虾一层层向岸边漂来。空气闷热难忍, 弥漫着强烈的硫磺气味。事后地质学家告知, 地震发生时附近海底还有火山喷发。”

(2)《淡水厅志》(陈培桂, 同治十年刊本)记载: “淡水之北金包里(今台北金山乡)、北投等处皆产硫磺……自同治六年地震后, 矿苗稀少。”

(3)《台湾遥寄》记载: “在金包里, 有了一次地震, 稻田忽然降落了三呎, 就有硫磺水起来, 现在也还淹没著这个地方。”

(4)《台湾之过去与现在》记载: “到处发生地裂而再封闭, 因山腹大龟裂而成山峡, 山侧火山口迄今仍有热汤流下, 浸成巨泽, 含硫之喷水、喷泉颇多。”

(5)《同治年间金包里附近的地变》记载: “子坪顶、死磺坪及顶角庄的三重桥附近甚至可以看到一层似火的烟雾, 比平日晴天时的落尘要严重。磺堀因地震而形成多处温泉, 喷泉高达四丈, 多数人民烫伤, 一人甚至死亡。另外, 水尾庄(今之原野)及磺港的海边(今之砂地), 四处皆有温泉湧出, 声势猛烈, 高达三丈, 三日之内, 声势不绝, 日后逐渐平息。”

以上记载说明, 这次基隆 7 级大震时震中附近确实有喷气、喷泉等可能与火山喷发相关的现象出现, 特别是“一层层岩浆凝成的岩石(浮石)在水面上飘荡”和多方面关于硫磺的记载, 证实火山喷发现象的存在。但 7 级大震与海底火山喷发是同一时刻发生, 还是有先、后次序则难以分辨。这次地震还有海啸记载, 所以这是一次极为罕见的同一地区 7 级大震与海底火山喷发同时爆

发并引发海啸的灾难性事件。

4 讨论

(1) 史料记载表明,我国历史上火山喷发引起的火山地震事件很少,只有2个震例,即1597年10月6日吉林望天鹅火山及1720—1721年黑龙江老黑山、火烧山火山喷发活动直接引发小震群活动。但火山喷发强度较低或微弱,与我国人文历史时期以来火山活动总体处于休眠期,低活动水平相符。

(2) 原始档案记载了1720年至1721年期间43次60余人次现场查看和丈量老黑山、火烧山火山喷发和火山地震情况,说明我国是世界上开展火山现场考察较早的国家之一。

(3) 在活火山或休眠期火山地区,小震活动对于火山喷发可能具有前兆意义,五大连池老黑山、火烧山火山喷发前,地震提前发生时间为10~102天量级,属于中短期异常,值得重视。

(4) 1867年基隆7级大地震与基隆海底火山喷发与是一次极为罕见的灾难性事件。是地震触发火山喷发、还是火山喷发触发地震活动,现有资料很难断定,从根本上说,二者有相同的地球动力学因素。

(5) 1597年10月6日长白县望天鹅火山先开始喷发,随后渤海发生7级大震,1668年7月25日(康熙七年六月十七日)郯城 $8\frac{1}{2}$ 级地震发生前近2个月(朝鲜王国显宗九年四月)长白山也发生火山喷发事件(“咸镜道镜城府雨灰,富宁同日雨灰”)。对于长白山火山喷发与郯庐活动断裂带中段大地震发生之间的关联性应予以注意。

致谢:对于杨马陵研究员、王正尚高级工程师等提出的宝贵意见、李红副编审在文献查询方面给予的帮助等表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 崔钟燮,魏海泉,刘若新.长白山天池火山喷发历史记载资料的考证[M]//刘若新.火山作用与人类环境.北京:地震出版社,1995.
- [2] 金东淳,崔钟燮.长白山天池火山喷发历史文献记载的考究[J].地质评论,1999,45(增刊):304-307.
- [3] 李裕澈.朝鲜半岛历史火山喷发记载[J].地震地质,2017,39(5):1079-1087.
- [4] 刘嘉麒,买买提·依明.昆仑山第四纪火山分布与K-Ar

- 年龄[J].中国科学(B辑),1990(2):180-187.
- [5] 魏海泉,刘若新.从神话、传说与文字记录中探索中国活火山喷发的信息[J].岩石矿物学杂志,2001,20(3):337-343.
- [6] 谢毓寿,蔡美彪.中国地震历史资料汇编(第二卷)[M].北京:科学出版社,1985.
- [7] 吴戈.黄海及其周围地区历史地震[M].北京:地震出版社,1995.
- [8] 李裕澈,时振梁,曹学锋.1597年10月6日“珲春—汪清深震区” $M \geq 8$ 地震触发的湖震和火山喷发[J].地震学报,2012,34(4):557-570.
- [9] 李裕澈.1597年10月6日望天鹅湖火山喷发史料考[J].地震地质,2013,35(2):315-321.
- [10] 顾功叙.中国地震目录(公元前1831年—公元1969年)[M].北京:科学出版社,1983.
- [11] 国家地震局震害防御司.中国历史强震目录(公元前23世纪—公元1911年)[M].北京:地震出版社,1995.
- [12] 时振梁,李群,武焕英,等.中国历史上一次可能的慢地震—1597年10月6日渤海地震[J].地震学报,1985,7(3):342-347.
- [13] 王健.渤海海域历史地震和海啸[J].地震学报,2007,29(5):549-557.
- [14] 高山泰,于岫嵎,朱大庆,等.1597年10月6日中国东部的振动事件是一次深源强震[J].地震学报,2003,25(3):324-330.
- [15] Linde AT, Sacks IS. Slow earthquakes and great earthquakes along the Nankaitrough [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2002, 203(1): 265-275.
- [16] 漆家福,周心怀,王谦身.渤海海域郯庐深断裂带的结构模型及新生代运动学[J].中国地质,2010,37(5):1321-1242.
- [17] 徐亚,赫天珧,黄松,等.渤海湾地区壳幔结构重磁综合研究[J].地球物理学报,2011,54(12):3341-3351.
- [18] 田华,张之立.渤海及其邻区地壳热结构和热应力场的研究[J].地震学报,1992,14(1):29-35.
- [19] 张晁军,石耀霖,马丽.慢地震研究中的一些问题[J].中国科学院研究生院学报,2005,22(3):258-269.
- [20] 李善邦.中国地震[M].北京:地震出版社,1981.
- [21] 吴雪娟.有关五大连池火山喷发的满文档案[J].北方文物,1998(2):90-91.
- [22] 吴雪娟.从满文档案看五大连池火山[J].满语研究,1998(2):101-105.
- [23] 吴雪娟,陈洪洲.满文档案与五大连池火山研究[J].满语研究,2002(2):68-75.
- [24] 任锦章,陈洪洲,吴雪娟.五大连池火山新史料及对火山喷发过程的讨论[J].东北地震研究,1999,15(1):46-52.
- [25] 陈洪洲,任锦章,吴雪娟.从新发现的满文史料看五大

- 连池新期火山喷发过程与特征[J]. 地质评论, 1999, 45 (增刊): 409-413.
- [26] 阿尔泰. 达斡尔族历史文献要览——达呼尔索伦源流考[J]. 内蒙古社会科学, 1992(1): 56.
- [27] 关维. 黑龙江将军衙门档案今昔[J]. 紫禁城, 1993, (4): 23.
- [28] 陆其国. 见证黑土地山水奇观——关于清代五大连池火山喷发满文档案文献[J]. 档案春秋, 2010(3): 42-44.
- [29] 王涛. 欧洲火山喷发印象的历史变迁: 以百科全书为中心的考察[J]. 中国社会科学, 2013(8): 166-208.
- [30] 任锦章, 陈洪洲. 论五大连池老黑山和火烧山火山喷发过程和喷发类型[J]. 地质评论, 1999, 45 (增刊): 378-383.
- [31] 陈洪洲, 杨金山, 王丽梅, 等. 五大连池老黑山、火烧山的火山喷发特征[J]. 世界地质, 2009, 28(3): 291-296.
- [32] 詹艳, 赵国泽, 白登海, 等. 黑龙江五大连池火山群大地电磁探测和研究初步结果[J]. 地质评论, 1999, 45 (增刊): 400-408.
- [33] 谢毓寿, 蔡美彪. 中国历史地震资料汇编(第三卷(下)) [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [34] 林明圣. 历史地震的资料补遗[EB/OL]. [2017-08-17]. <http://WWW.doc88.com/p-5641381136560.html>.